

Behavior control device of vehicle based upon double checking of yaw rate deviation

Patent Number: ☐ US6101434
Publication date: 2000-08-08
Inventor(s): IRIE YOSHIKI (JP); MATSUO YOSHIKI (JP)
Applicant(s): TOYOTA MOTOR CO LTD (JP)
Requested Patent: ☐ DE19830561
Application Number: US19980098418 19980616
Priority Number(s): JP19970212648 19970723
IPC Classification: G06F7/00; G06G7/76
EC Classification: B60T8/00B4, B60T8/00B10H
Equivalents: ☐ JP11034830, JP3317205B2

Abstract

A behavior control device of a vehicle adapted to detect a first yaw rate deviation of a yaw rate detected by a yaw rate sensor relative to a standard yaw rate estimated from a steering angle detected by a steering angle sensor and a vehicle speed detected by a vehicle speed sensor, and also detect at least one of a second yaw rate deviation of a yaw rate estimated from wheel rotation speed of a pair of left and right wheels from the standard yaw rate and a third yaw rate deviation of a yaw rate estimated from a lateral acceleration detected by a lateral acceleration sensor and a vehicle speed detected by a vehicle speed sensor from the standard yaw rate, and execute a yaw rate suppress control such as a spin or driftout suppress control, when the first yaw rate deviation exceeds a threshold value determined therefor and at least one of the second and third yaw rate deviations also exceeds a threshold value determined therefor.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 30 561 C 2

51 Int. Cl. 7:
B 60 T 8/60
B 60 T 8/24
B 62 D 6/00
G 01 P 9/00
G 01 P 3/44
G 01 B 7/30

21 Aktenzeichen: 198 30 561.3-21
22 Anmeldetag: 8. 7. 1998
43 Offenlegungstag: 10. 6. 1999
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15. 2. 2001

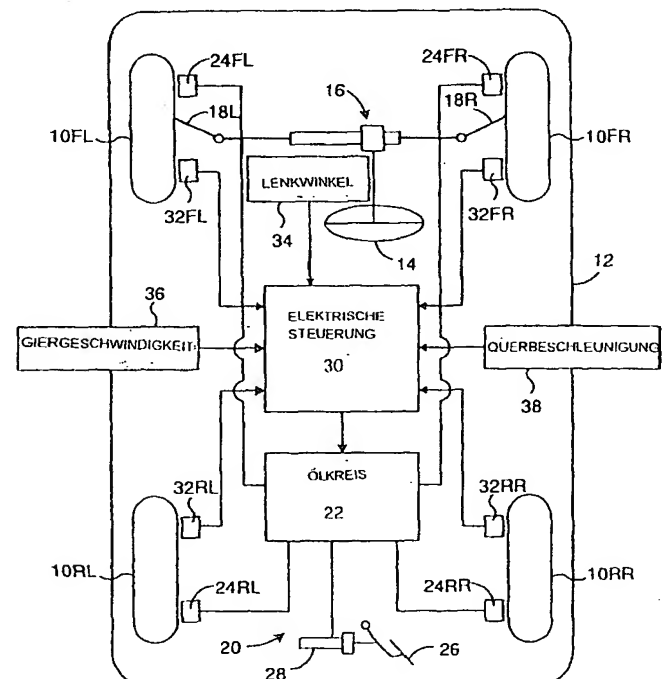
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität:
P 9-212648 23. 07. 1997 JP
73 Patentinhaber:
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP
74 Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

72 Erfinder:
Irie, Yoshiaki, Toyota, Aichi, JP; Matsuo, Yoshiaki,
Toyota, Aichi, JP
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 42 14 642 A1
JP 06-1 15 418 A

54 Vorrichtung zur Regelung des Fahrverhaltens eines Fahrzeugs auf der Basis einer zweifachen Überprüfung der Abweichung der tatsächlichen Giergeschwindigkeit von einer Soll-Geschwindigkeit

57 Vorrichtung zur Regelung des Fahrverhaltens eines Kraftfahrzeugs mit einem Lenksystem (16) und einem Bremssystem zum selektiven Abbremsen jedes Rades (10FL, 10FR, 10RL, 10RR), wobei die Vorrichtung aufweist: eine Einrichtung (36) zur Erfassung der Giergeschwindigkeit (γ) des Fahrzeugs, eine Einrichtung (32FL, 32FR, 32RL, 32RR) zur Erfassung der Raddrehzahlen (V_{fl} , V_{fr} , V_{rl} , V_{rr}), eine Einrichtung (34) zur Erfassung des Lenkwinkels (θ) des Lenksystems (16) sowie eine Einrichtung (38) zur Erfassung der Querbefleunigung (G_y) des Fahrzeugs, gekennzeichnet durch eine Berechnungs-/Steuereinrichtung (30) zur Berechnung einer ersten Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_1$) der Giergeschwindigkeit (γ), die über die Giergeschwindigkeitserfassungseinrichtung (36) erfaßt wird, von einer Soll-Giergeschwindigkeit (γ_t), die aus dem über die Lenkwinkelerfassungseinrichtung (34) erfaßten Lenkwinkel (θ) und der über die Raddrehzahlerfassungseinrichtung (32FL, 32FR, 32RL, 32RR) erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit (V) abgeschätzt wird, und wenigstens einer zweiten Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_2$) einer Giergeschwindigkeit (γ_w), die aus den Raddrehzahlen (V_{fl} , V_{fr}) eines Räderpaars bestehend aus einem linken Rad (10FL) und einem rechten Rad (10FR) abgeschätzt wird, von der Soll-Giergeschwindigkeit (γ_t) oder einer dritten Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_3$) einer Giergeschwindigkeit (γ_g), die aus der über die Querbefleunigungserfassungseinrichtung (38) erfaßten Querbefleunigung (G_y) und der über die Raddrehzahlerfassungseinrichtung (32FL, 32FR, 32RL, 32RR) erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit (V) abgeschätzt wird, von der Soll-Giergeschwindigkeit (γ_t), wobei die Berechnungs-/Steuereinrichtung (30) überprüft, ob die erste Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_1$) größer ist als ein diesbezüglich bestimmter Schwellenwert ($\Delta\gamma_{c1}$), um im Fall einer positiven Antwort dieser Überprüfung ein erstes positives Steuersignal zu erzeugen, und gleichzeitig überprüft, ob wenigstens die zweite oder dritte Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_2$, $\Delta\gamma_3$) größer ist als ein diesbezüglich bestimmter Schwellenwert ($\Delta\gamma_{c2}$, $\Delta\gamma_{c3}$), um im Fall einer positiven Antwort dieser Überprüfung ein zweites positives Steuersignal zu erzeugen, und das Bremssystem so steuert, daß wenigstens eines der Räder (10FL, 10FR, 10RL, 10RR) kontrolliert abgebremst wird, um die erste Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_1$) zu vermindern, wenn neben dem ersten positiven Steuersignal das zweite positive Steuersignal erzeugt wird.



DE 198 30 561 C 2

DE 198 30 561 C 2

Die Erfindung betrifft eine Fahrverhaltensregelung zur Verhinderung einer Schleuder- und/oder Abdriftbewegung eines Fahrzeugs und im besonderen eine Fahrverhaltensregelvorrichtung zur Steuerung des Bremssystems des Fahrzeugs in der Weise, daß ein ausgewähltes Rad oder mehrere ausgewählte Räder kontrolliert abgebremst werden, um einem Anstieg der Abweichung der über einen Giergeschwindigkeitssensor erfaßten tatsächlichen Giergeschwindigkeit von einer aus dem Lenkwinkel und der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzten Soll-Giergeschwindigkeit entgegenzuwirken, wenn die Abweichung größer ist als einen diesbezüglich bestimmter Schwellenwert.

Es ist bereits bekannt, zur Verhinderung einer Schleuder- und/oder Abdriftbewegung des Fahrzeugs das Fahrverhalten eines Fahrzeugs durch ein kontrolliertes Abbremsen eines ausgewählten Rades oder mehrerer ausgewählter Räder zu regeln, wobei die Abweichung der über einen Giergeschwindigkeitssensor erfaßten tatsächlichen Giergeschwindigkeit von einer aus dem Lenkwinkel und der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzten Soll-Giergeschwindigkeit beobachtet und, wenn die Abweichung größer wird als ein diesbezüglich bestimmter Schwellenwert, eine derartige Fahrverhaltensregelung eingeleitet wird. Dies wird beispielsweise in der offengelegten Japanischen Patentveröffentlichung Nr. 6-115418 beschrieben. Eine derartige Verhaltensregelung ist zur Verhinderung einer Schleuder- und/oder Abdriftbewegung eines Fahrzeugs effektiv, da die Abweichung der über einen Giergeschwindigkeitssensor erfaßten Giergeschwindigkeit von der aus dem Lenkwinkel und der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzten Giergeschwindigkeit den Reifenhaftzustand im Bereich der Haftgrenze repräsentiert.

Die Effektivität einer derartigen Fahrverhaltensregelung basiert jedoch auf der Voraussetzung, daß der Giergeschwindigkeitssensor ein der tatsächlichen Giergeschwindigkeit entsprechendes korrektes Signal erzeugt. Die Giergeschwindigkeit während des Fahrzustands des Fahrzeugs läßt sich mittels sogenannter Giergeschwindigkeitssensoren, die in verschiedenen Typen erhältlich sind und generell ein auf eine Winkelgeschwindigkeit ansprechendes Trägheitselement aufweisen, unmittelbar erfassen. Durch derartige Giergeschwindigkeitssensoren läßt sich die Giergeschwindigkeit mit einem hohen Ansprechvermögen unmittelbar erfassen. Dennoch sind kommerziell erhältliche Giergeschwindigkeitssensoren im Hinblick auf ihre Leistungsfähigkeit bislang noch nicht besonders zuverlässig, da sich die Messung momentaner Werte einer sich ändernden Winkelgeschwindigkeit technisch als sehr schwierig erweist.

Im Fall eines Fahrzeugs mit vier Rädern läßt sich die Giergeschwindigkeit andererseits aus einem Vergleich der Raddrehzahlen eines Räderpaars bestehend aus einem linken Rad und einem rechten Rad, insbesondere eines angetriebenen Räderpaars, abschätzen. Die Raddrehzahl läßt sich auf eine einfache Weise mit einer hohen Genauigkeit erfassen. Die Abschätzung der Giergeschwindigkeit gemäß diesem Verfahren ist aufgrund eines Schlupfs zwischen den Rädern und der Fahrbahn jedoch für einen Fehler anfällig.

Die Giergeschwindigkeit eines Fahrzeugs läßt sich ferner aus der über einen Querbesehleunigungssensor erfaßten Querbesehleunigung des Fahrzeugs und der über einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit abschätzen. Querbesehleunigungssensoren, die ebenfalls in verschiedenen Typen erhältlich sind, sind in ihrer Leistungsfähigkeit im allgemeinen zuverlässiger als Giergeschwindigkeitssensoren, da sich eine lineare Beschleunigung, selbst wenn sie sich ändert, über einen viel

einfacheren Mechanismus erfassen läßt als eine sich ändernde Winkelgeschwindigkeit. Die Abschätzung der Giergeschwindigkeit eines Fahrzeugs aus der Querbesehleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit ist aufgrund eines Quer- und Längsschlupfs zwischen den Rädern und der Fahrbahn jedoch fehlerbehaftet. Des weiteren ist die Abschätzung der Giergeschwindigkeit aus der Querbesehleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer inhärenten Ansprechverzögerung verbunden.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 42 14 642 A1 ist ein Fahrdynamik-Regelungsverfahren bekannt, bei dem ein Giergeschwindigkeits-Sollwert vorgegeben, die von einem Giergeschwindigkeitssensor gemessene Giergeschwindigkeit am Fahrzeug ermittelt und die Differenz dieser Größen zur Einstellung eines Stellglieds im Sinne einer Beeinflussung der Giergeschwindigkeit als die Regelgröße benutzt wird. Weiterhin wird mittels eines Querbesehleunigungssensors ein zusätzlicher Schätzwert der Regelgröße bestimmt. Unter Verwendung dieses Schätzwertes wird in einem Fehlererkennungsblock ermittelt, ob der Giergeschwindigkeitssensor korrekt arbeitet. Bei Erkennen eines Fehlers wird ein Signal ausgelöst, welches die Regelung von der gemessenen Regelgröße auf die Regelgröße umschaltet.

In Anbetracht der vorstehend erwähnten Probleme im Zusammenhang mit der Fahrverhaltensregelung von Fahrzeugen auf der Basis der Abweichung der über einen Giergeschwindigkeitssensor erfaßten tatsächlichen Giergeschwindigkeit von einer aus dem Lenkwinkel und der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzten Soll-Giergeschwindigkeit sowie im Hinblick auf die Vorteile und Nachteile der verschiedenen Einrichtungen zur Erfassung der Giergeschwindigkeit hat die Erfindung die Aufgabe, eine technisch verbesserte Vorrichtung zur Regelung des Fahrverhaltens eines Fahrzeugs zu schaffen, mittels welcher auf der Basis einer verbesserten Abschätzung der Abweichung der über einen Giergeschwindigkeitssensor erfaßten tatsächlichen Giergeschwindigkeit von der aus dem Lenkwinkel und der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzten Soll-Giergeschwindigkeit das Fahrzeugfahrverhalten angemessen geregelt wird.

Diese Aufgabe wird durch die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Regelung des Fahrverhaltens eines Kraftfahrzeugs gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 5.

Weitere Merkmale und vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird:

Fig. 1 zeigt eine schematisierte Ansicht eines Fahrzeugs, in der Teile und Konstruktionen gezeigt sind, die für die Erfindung relevant sind.

Die Fig. 2 und 3 zeigen in Kombination miteinander ein Flußdiagramm, das eine Ausgestaltung des Betriebs der erfindungsgemäßen Verhaltensregelvorrichtung darstellt.

Fig. 4 zeigt eine Subroutine, die in dem Flußdiagramm in den Fig. 2 und 3 integriert ist.

Fig. 5 zeigt ein Diagramm, das einen beispielhaften Zusammenhang zwischen einer Abdriftunterdrückungsbremskraft B_d und eines Absolutwerts einer Giergeschwindigkeitsabweichung Δy_l zeigt.

Fig. 6 zeigt eine schematisierte Ansicht eines Fahrzeugs während einer Abdriftunterdrückungssteuerung.

Fig. 7 zeigt ein Diagramm, das einen beispielhaften Zusammenhang zwischen einer Schleuderunterdrückungsbremskraft B_s und eines Absolutwerts einer Giergeschwindigkeitsabweichung Δy_l zeigt.

Fig. 8 zeigt eine schematisierte Ansicht eines Fahrzeugs während einer Schleuderunterdrückungssteuerung.

Fig. 9 zeigt ein Diagramm, das einen beispielhaften Zu-

sammenhang zwischen zeitabhängigen Verhalten dreier Arten von Giergeschwindigkeitsabweichungen und der Ausführung der Fahrverhaltensregelung zeigt.

Fig. 10 zeigt ein der Fig. 9 ähnliches Diagramm, das einen weiteren beispielhaften Zusammenhang zwischen dem zeitabhängigen Verhalten der drei Arten von Giergeschwindigkeitsabweichungen und der Fahrverhaltensregelung angibt.

Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen an einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ausführlich beschrieben.

Wie es in Fig. 1 dargestellt ist, weist ein Fahrzeug, wofür die Erfindung Anwendung findet, eine Fahrzeugkarosserie 12, ein linkes Vorderrad 10FL, ein rechtes Vorderrad 10FR, ein linkes Hinterrad 10RL und ein rechtes Hinterrad 10RR, welche an der Fahrzeugkarosserie 12 aufgehängt sind, einen in der Figur nicht dargestellten Motor, ein Lenksystem 16 mit einem Lenkrad 14 und ein Bremssystem zum selektiven Abbremsen der Räder auf. Das Bremssystem beinhaltet Radzylinder 24FL, 24FR, 24RL und 24RR zum Erzeugen einer Reibkraft an einer jeweiligen (nicht dargestellten) Bremsscheibe des linken Vorderrads 10FL, rechten Vorderrads 10FR, linken Hinterrads 10RL bzw. rechten Hinterrads 10RR, einen Ölkreis 22 zum selektiven Bereitstellen eines erhöhten Öldrucks an jedem der Radzylinder 24FL, 24FR, 24RL bzw. 24RR und eine Kombination aus einem Bremspedal 26 und einem mit dem Ölkreis 22 in Verbindung stehenden Hauptzylinder 28 zum selektiven Anheben des an den Radzylindern 24FL, 24FR, 24RL bzw. 24RR bereitgestellten Öldrucks in Abhängigkeit von der Betätigung des Bremspedals 26 durch den Fahrer. Eine elektrische Steuerung 30, die das Gehirn der Vorrichtung zur Regelung des Fahrverhaltens bildet, besteht im wesentlichen aus einem elektronischen Computer zur Steuerung des Ölkreises 22 in Abhängigkeit von bestimmten Berechnungen auf der Basis verschiedener Parameter, welche wenigstens die über Raddrehzahlsensoren 32FL, 32FR, 32RL bzw. 32RR für das linke Vorderrad 10FL, rechte Vorderrad 10FR, linke Hinterrad 10RL bzw. rechte Hinterrad 10RR erfaßten Raddrehzahlen, den über einen Lenkwinkelsensor 34 erfaßten Lenkwinkel, die über einen Giergeschwindigkeitssensor 36 erfaßte Giergeschwindigkeit und die über einen Querbesehleunigungssensor 38 erfaßte Querbesehleunigung umfassen.

Der Betrieb der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung zur Regelung des Fahrverhaltens wird hierin nachstehend unter Bezugnahme auf die Routine der in den Fig. 2 bis 4 gezeigten Flußdiagramme beschrieben.

Zunächst wird auf die Routine in den Flußdiagrammen in den Fig. 2 und 3 Bezug genommen, die am Anschlußpunkt A miteinander in Verbindung stehen. Mit Beginn der Regelung durch Einschalten eines in der Figur nicht dargestellten Zündschalters werden im Schritt 10 über die in Fig. 1 dargestellten Sensoren Signale eingelesen, welche die über die Raddrehzahlsensoren 32FL, 32FR, 32RL bzw. 32RR erfaßten Raddrehzahlen (oder Radgeschwindigkeiten) V_{fl} , V_{fr} , V_{rl} bzw. V_{rr} , den über den Lenkwinkelsensor 34 erfaßten Lenkwinkel θ , die über den Giergeschwindigkeitssensor 36 erfaßte Giergeschwindigkeit γ und die über den Querbesehleunigungssensor 38 erfaßte Querbesehleunigung G_y beinhalten.

Im Schritt 20 wird gemäß der nachstehenden Gleichungen (1) und (2) eine Soll-Giergeschwindigkeit γ_t , welche die auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Lenkwinkels bei einer stabilen Reifenhaftung abgeschätzte Giergeschwindigkeit repräsentiert, ermittelt:

$$\gamma_t = \theta \cdot V / (R \cdot H) \cdot K_h \cdot G_y \cdot V \quad (1)$$

$$\gamma_t = \gamma_c / (1 + T \cdot s) \quad (2)$$

In den vorstehenden Gleichungen repräsentiert V die Fahrzeuggeschwindigkeit, die sich entweder aus einem aus den Raddrehzahlen V_{fl} , V_{fr} , V_{rl} und V_{rr} gebildeten Mittelwert oder aus der Raddrehzahl desjenigen Rades ermitteln läßt, von dem angenommen wird, daß es den geringsten Schlupf aufweist; des weiteren repräsentiert R ein Lenkverhältnis, H einen Radstand, K_h einen Proportionalitätsfaktor, T eine Zeitkonstante und s einen Laplace-Operator.

Im Schritt 30 wird unter der Voraussetzung, daß das Fahrzeug ein herkömmliches Fahrzeug mit einem Hinterradantrieb ist, gemäß der nachstehenden Gleichung (3) eine Giergeschwindigkeit γ_w auf der Basis eines Vergleichs der Raddrehzahlen des linken und rechten Vorderrads abgeschätzt:

$$\gamma_w = (a \cdot V_{fr} - b \cdot V_{fl}) / T_r \quad (3)$$

In der vorstehenden Gleichung repräsentieren a und b Proportionalitätsfaktoren zum Abschätzen der Giergeschwindigkeit auf der Basis des Vergleichs der Drehzahlen des rechten und linken Vorderrads, die in der Spurweite T_r voneinander beabstandet sind. Es wird darauf hingewiesen, daß in den vorstehenden und in den nachstehenden Gleichungen die Parameter, die die Kurvenrichtung des Fahrzeugs kennzeichnen, positiv sind, wenn das Fahrzeug eine Linkskurve fährt, und negativ, wenn das Fahrzeug eine Rechtskurve fährt.

Im Schritt 40 wird gemäß der nachstehenden Gleichung (4) eine Giergeschwindigkeit γ_g auf der Basis der Querbesehleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzt:

$$\gamma_g = G_y / V \quad (4)$$

Im Schritt 50 wird eine erste Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_1$ als die Differenz aus der über den Giergeschwindigkeitssensor 36 erfaßten Giergeschwindigkeit γ und der Soll-Giergeschwindigkeit γ_t unter Einbeziehung eines Terms γ_d zur Kompensation einer Nullpunktabweichung, welche eine zufällige Abweichung des Nullpunkts der Anzeige des Giergeschwindigkeitssensors 36 repräsentiert, wie folgt berechnet:

$$\Delta\gamma_1 = \gamma_t - \gamma - \gamma_d \quad (5)$$

Die Abschätzung des Terms γ_d zur Kompensation der Nullpunktabweichung kann durch eine zweckmäßigerweise in der Routine zwischen den Schritten 10 und 40 integrierte Subroutine erfolgen, wie sie beispielsweise in Fig. 4 gezeigt ist.

Im Schritt 60 wird überprüft, ob der Absolutwert der ersten Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_1$ größer ist als ein erster Schwellenwert $\Delta\gamma_{c1}$, der diesbezüglich als ein Sollwert zur Ausführung der hierin nachstehend ausführlich beschriebenen Giergeschwindigkeitsregelung vorgegeben ist. Lautet die Antwort JA, geht die Routine zum Schritt 70, wohingegen, wenn die Antwort NEIN lautet, die Routine zum Schritt 80 geht.

Im Schritt 70 wird ein Zeitparameter T_1 zur Ermittlung der Dauer des Zeitraums, in dem der Zustand, daß $|\Delta\gamma_1|$ größer ist als $\Delta\gamma_{c1}$, anhält, um eine Einheitszeit ΔT inkrementiert. Wenn die Routine zum Schritt 80 geht, werden T_1 und weitere Zeitparameter T_2 und T_3 , die hierin nachstehend beschrieben werden, auf Null zurückgesetzt. Diese Parameter und weitere werden am Beginn der Routine gemäß den Flußdiagrammen in den Fig. 2 bis 4 üblicherweise auf Null zurückgesetzt.

Im Schritt 90 wird überprüft, ob T1 einen Schwellenwert Tc1 erreicht hat, der als eine vorläufige Dauer des Zeitraums bestimmt wurde, in dem die erste Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_1$ auf einem relativ hohen Pegel, d. h. über dem Schwellenwert $\Delta\gamma_{c1}$, liegt und der so lange dauert, daß eine Giergeschwindigkeitsregelung erforderlich erscheint. Lautet die Antwort NEIN, kehrt die Routine zum Schritt 10 zurück, wodurch dieser wiederholt wird, wohingegen die Routine zum Schritt 100 geht, wenn die Antwort JA lautet.

Im Schritt 100, wird eine zweite Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_2$, die die Abweichung der auf der Basis des Vergleichs der Drehzahlen des linken und rechten Vorderrads abgeschätzten Giergeschwindigkeit γ_w gegenüber der Soll-Giergeschwindigkeit γ_t repräsentiert, wie folgt berechnet:

$$\Delta\gamma_2 = \gamma_t - \gamma_w - \gamma_x \quad (6)$$

In der vorstehenden Gleichung (6) stellt γ_x einen Term zur Kompensation einer Nullpunktabweichung von γ_w aufgrund eines ungleichen Luftdrucks und/oder Verschleißes des linken und rechten Vorderrads dar, was sich bestimmen läßt, wenn das Fahrzeug geradeaus fährt, wobei das Lenksystem gleichzeitig in der Neutralstellung bleibt.

Im Schritt 110 wird eine dritte Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_3$, welche die Abweichung der auf der Basis der Querbesehleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzten Giergeschwindigkeit γ_g gegenüber der Soll-Giergeschwindigkeit γ_t repräsentiert, wie folgt berechnet:

$$\Delta\gamma_3 = \gamma_t - \gamma_g - \gamma_y \quad (7)$$

In der vorstehenden Gleichung (7) stellt γ_y einen Term zur Kompensation einer Nullpunktabweichung von γ_g des Querbesehleunigungssensors dar. Dieser Term läßt sich auch durch eine Kalibrierung bei einer Geradeausfahrt des Fahrzeugs, während der das Lenksystem in der Neutralstellung gehalten wird, kompensieren. Da ein Querbesehleunigungssensor, der im allgemeinen ein Massenelement beinhaltet, das über ein Federelement in eine Nullstellung vorgespannt wird, generell in Bezug auf seinen Nullpunkt stabil ist, kann γ_y bei der Abschätzung der dritten Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_3$ im allgemeinen sehr klein, beispielsweise nahezu vernachlässigbar, ausfallen.

Im Schritt 120 wird überprüft, ob der Absolutwert der zweiten Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_2$ größer ist als ein Schwellenwert $\Delta\gamma_{c2}$, der diesbezüglich bestimmt wurde, um zu bestätigen, daß sogar die auf der Basis des Vergleichs zwischen den Drehzahlen des linken und rechten Vorderrads abgeschätzte Giergeschwindigkeit von der Soll-Giergeschwindigkeit so stark abweicht, daß eine Giergeschwindigkeitsregelung erforderlich ist. Lautet die Antwort JA, geht die Routine zum Schritt 130, in dem der Zeitparameter T2 um eine Einheitszeit ΔT inkrementiert wird. Lautet die Antwort im Schritt 120 NEIN, wird der Schritt 130 umgangen.

Im Schritt 140 wird überprüft, ob der Absolutwert der dritten Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_3$ größer ist als ein Schwellenwert $\Delta\gamma_{c3}$, der diesbezüglich bestimmt wurde, um zu bestätigen, daß auch die auf der Basis der Querbesehleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzte Giergeschwindigkeit von der Soll-Giergeschwindigkeit so stark abweicht, daß eine Giergeschwindigkeitsregelung erforderlich ist. Lautet die Antwort JA, geht die Routine zum Schritt 150, in dem der Zeitparameter T3 um eine Zeiteinheit ΔT , welche genauso groß sein kann wie die Zeiteinheit ΔT von Schritt 130, inkrementiert wird, um auf diese Weise die Dauer dieses Zustands zu ermitteln. Lautet die Antwort im Schritt 140 NEIN, wird der Schritt 150 umgan-

gen.

Im Schritt 160 wird überprüft, ob der Zeitparameter T1 gleich oder größer ist als ein Schwellenwert Tce, der bestimmt wurde, um die Dauer des Zeitraums zu ermitteln, in dem die der Bestätigung der Notwendigkeit der Giergeschwindigkeitsregelung dienenden Abschätzungen der auf dem Vergleich der Drehzahlen des linken und rechten Vorderrads basierenden Giergeschwindigkeitsabweichung und der auf der Querbesehleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit basierenden Giergeschwindigkeitsabweichungen ausreichend ausgeführt wurden. Lautet die Antwort NEIN, geht die Routine zurück, wodurch die Prozesse vom Schritt 10 aus wiederholt werden. Lautet die Antwort im Schritt 160 JA, geht die Routine zum Schritt 170.

Im Schritt 170 wird überprüft, ob der Zeitparameter T2 gleich oder größer ist als Tce - Tc1 - ΔT_o , wobei ΔT_o für den Fall, daß die Routine im Schritt 90 von NEIN auf JA wechselt, in der Annahme, daß T1 nicht gleich sondern größer ist als Tc1, eine kleine Zeitzugabe darstellt, so daß der Wert von T2 selbst dann etwas kleiner ist als Tce - Tc1, wenn die Routine in jedem Zyklus durch den Schritt 130 und/oder Schritt 150 gegangen ist. Lautet die Antwort im Schritt 170 JA, wird bestätigt, daß die Giergeschwindigkeitsabweichung derart zugenommen hat, daß in Anbetracht der über die Ausgabe des Giergeschwindigkeitssensors beobachteten Giergeschwindigkeitsabweichung sowie in Anbetracht der über den Vergleich der Drehzahlen des linken und rechten Vorderrads beobachteten Giergeschwindigkeitsabweichung eine Giergeschwindigkeitsregelung tatsächlich erforderlich ist.

Wenn die Antwort im Schritt 170 JA lautet, gilt die Notwendigkeit der Giergeschwindigkeitsregelung gemäß der Ausgabe des Giergeschwindigkeitssensors durch den Vergleich der Drehzahlen des linken und rechten Vorderrads als bestätigt, so daß die Routine zum Schritt 210 geht. Lautet die Antwort im Schritt 170 dagegen NEIN, geht die Routine zum Schritt 180, in dem der Parameter T2 in der Annahme, daß die Ausgabe des Giergeschwindigkeitssensors zu ungenau ist, um die Giergeschwindigkeitsregelung tatsächlich auszuführen, auf Null zurückgesetzt wird.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel, wird selbst dann, wenn die Antwort im Schritt 170 NEIN lautet, im Schritt 190 überprüft, ob der Zeitparameter T3 gleich oder größer ist als Tce - Tc1 - ΔT_o . Lautet die Antwort im Schritt 190 JA, bedeutet dies, daß, obwohl die Notwendigkeit der Giergeschwindigkeitsregelung über die auf der Basis des Vergleichs der Drehzahlen des linken und rechten Vorderrads beobachtete Giergeschwindigkeitsabweichung nicht bestätigt wurde, die auf der Basis der Querbesehleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit beobachtete Giergeschwindigkeitsabweichung die Notwendigkeit der Giergeschwindigkeitsregelung bestätigt. Daher geht die Routine zum Schritt 210, wohingegen, wenn die Antwort im Schritt 190 NEIN lautet, die Routine zum Schritt 200, in dem der Zeitparameter T3 auf Null zurückgesetzt wird, und anschließend zum Schritt 10 zurück geht.

Sobald die Routine den Schritt 210 erreicht, wird die Giergeschwindigkeitsregelung ausgeführt, wie es hierin nachstehend beschrieben wird.

Im Schritt 210 wird überprüft, ob $\Delta\gamma_1$ positiv ist. Wie es vorstehend im Zusammenhang mit den Schritten 10 bis 200 definiert wurde, sind die die Kurvenrichtung während der Kurvenfahrt des Fahrzeugs kennzeichnenden Parameter positiv, wenn das Fahrzeug eine Linkskurve fährt, wohingegen die Parameter negativ sind, wenn das Fahrzeug eine Rechtskurve fährt. Lautet die Antwort im Schritt 210 JA, geht die Routine zum Schritt 220, wohingegen, wenn die Antwort im Schritt 210 NEIN lautet, die Routine zum Schritt 250 geht.

Im Schritt 220 wird überprüft, ob das Fahrzeug eine Linkskurve fährt. Lautet die Antwort JA, wird die Situation so beurteilt, daß das Fahrzeug in einer Linkskurve fährt, wobei die tatsächliche Giergeschwindigkeit γ hinter der aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkwinkel abgeschätzten theoretischen Soll-Giergeschwindigkeit γ_t liegt, d. h. daß das Fahrzeug abdriftet. Daher geht die Routine zum Schritt 230, in dem eine Abdriftregelung ausgeführt wird. Lautet die Antwort im Schritt 220 dagegen NEIN, wird die Situation so beurteilt, daß das Fahrzeug eine Rechtskurve fährt, wobei die tatsächliche Giergeschwindigkeit γ vor der theoretischen Soll-Giergeschwindigkeit γ_t liegt, d. h. daß das Fahrzeug nach rechts schleudert. Daher geht die Routine zum Schritt 240, in dem eine Rechtsschleuderregelung ausgeführt wird.

Im Schritt 250 wird überprüft, ob das Fahrzeug eine Rechtskurve fährt. Lautet die Antwort JA, wird die Situation so beurteilt, daß das Fahrzeug eine Rechtskurve fährt, wobei die tatsächliche Giergeschwindigkeit γ hinter der theoretischen Soll-Giergeschwindigkeit γ_t liegt, d. h. daß das Fahrzeug abdriftet. Daher geht die Routine zum Schritt 260, in dem eine Abdriftregelung ausgeführt wird. Lautet die Antwort im Schritt 250 dagegen NEIN, wird die Situation so beurteilt, daß das Fahrzeug eine Linkskurve fährt, wobei die tatsächliche Giergeschwindigkeit γ vor der theoretischen Soll-Giergeschwindigkeit γ_t liegt, d. h. daß das Fahrzeug nach links schleudert. Daher geht die Routine zum Schritt 270, in dem eine Linksschleuderregelung ausgeführt wird.

Bei der Abdriftregelung im Schritt 230 oder 260 werden in einer Ausgestaltung das linke Hinterrad 10RL wie auch das rechte Hinterrad 10RR derart abgebremst, daß sie jeweils eine kontrollierte Bremskraft, beispielsweise F_{rl} und F_{rr} , wie in Fig. 6 gezeigt, erfahren, wodurch das Fahrzeug abgebremst und die Abdriftbewegung unterdrückt wird. Bei der in Fig. 6 gezeigten Ausgestaltung ist die auf das linke Hinterrad 10RL ausgeübte Bremskraft F_{rl} größer als die auf das rechte Hinterrad 10RR ausgeübte Bremskraft F_{rr} . Dieses Ungleichgewicht zwischen den Bremskräften erzeugt ein als Mad angegebenes Giernoment um den Schwerpunkt Og des Fahrzeugs. Die in Fig. 6 gezeigte Bremssteuerung während einer Linkskurve des Fahrzeugs erweist sich daher für die Abdriftregelung als effektiv. Im Fall einer Rechtskurve des Fahrzeugs erweist sich natürlich eine Bremssteuerung, bei der auf das rechte Hinterrad eine größere Bremskraft ausgeübt wird als auf das linke Hinterrad, für die Abdriftregelung als effektiv.

Fig. 5 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für einen Zusammenhang zwischen der Größe der Giergeschwindigkeitsabweichung $|\Delta\gamma|$ und der Größe der im allgemeinen auf die Hinterräder ausgeübten Bremskraft B_d zum Unterdrücken der Abdriftbewegung zeigt.

Bei der Linksschleudersteuerung im Schritt 270 wird, wie es in Fig. 8 gezeigt ist, auf das rechte Vorderrad 10FR eine Bremskraft aufgebracht. Indem auf das rechte Vorderrad 10FR eine Bremskraft ausgeübt wird, wird im Fahrzeug um das abgebremste rechte Vorderrad 10FR aufgrund der Trägheitskraft des Fahrzeugs, die sich im Schwerpunkt Og des Fahrzeugs konzentriert, ein Drehmoment im Uhrzeigersinn erzeugt, wodurch um den Fahrzeugschwerpunkt Og ein äquivalentes Giernoment M_{as} im Uhrzeigersinn erzeugt wird, das der Schleuderbewegung des Fahrzeugs entgegenwirkt. Bei der Rechtsschleudersteuerung im Schritt 230 wird natürlich das linke Vorderrad FL abgebremst.

Fig. 7 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für einen Zusammenhang zwischen der Größe der Giergeschwindigkeitsabweichung $|\Delta\gamma|$ und der Größe der auf das Vorderrad an der Kurvenaußenseite bei der Links- oder Rechtsschleudersteuerung ausgeübten Bremskraft B_s zeigt.

Die doppelte oder dreifache Bestätigung des tatsächlichen Reifenhaftzustands durch die drei Giergeschwindigkeitsabweichungen $\Delta\gamma_1$, $\Delta\gamma_2$ und $\Delta\gamma_3$ gemäß den vorstehend erwähnten Schritten 60 bis 200 ist in den Fig. 9 und 10 an einem ersten bzw. zweiten Beispiel dargestellt. Das in Fig. 9 dargestellte erste Beispiel repräsentiert den Fall, daß die Abweichung $\Delta\gamma_1$ der der Ausgabe des Giergeschwindigkeitsensors 36 entsprechenden Giergeschwindigkeit γ von der Soll-Giergeschwindigkeit γ_t größer ist als der Schwellenwert $\Delta\gamma_{c1}$ durch die Abweichung $\Delta\gamma_2$ der auf der Basis des Vergleichs der Drehzahlen V_{fl} und V_{fr} des linken und rechten Vorderrads 10FL bzw. 10FR erfaßten Giergeschwindigkeit γ_w , die größer ist als der diesbezüglich bestimmte Schwellenwert $\Delta\gamma_{c2}$, und des weiteren durch die Abweichung $\Delta\gamma_3$ der auf der Basis der Querbeschleunigung G_y und Fahrzeuggeschwindigkeit V erfaßten Giergeschwindigkeit γ_g , die größer ist als der diesbezüglich bestimmte Schwellenwert $\Delta\gamma_{c3}$, bestätigt wird, so daß die Fahrverhaltensregelung nach Ablauf der Zeit T_{ce} , die den Zeitraum T_{c1} zur Bestätigung der Schwellenwertüberschreitung der Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_1$ und den Zeitraum $T_{ce} - T_{c1}$ zur Bestätigung der Schwellenwertüberschreitung der Giergeschwindigkeitsabweichungen $\Delta\gamma_2$ und $\Delta\gamma_3$ beinhaltet, eingeleitet wird; obwohl bei dem in Fig. 10 dargestellten zweiten Beispiel die Schwellenwertüberschreitung der Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_1$ über den Zeitraum T_{ce} hinweg erfaßt wird, wird jedoch in dem an den Zeitraum T_{c1} anschließenden Zeitraum $T_{ce} - T_{c1}$ keine Schwellenwertüberschreitung der Giergeschwindigkeitsabweichungen $\Delta\gamma_2$ und $\Delta\gamma_3$ erfaßt, so daß keine Fahrverhaltensregelung eingeleitet wird. Durch die zweifache oder dreifache Überprüfung im Hinblick darauf, ob die Giergeschwindigkeitsabweichung tatsächlich größer ist als der diesbezüglich bestimmte Schwellenwert, wird daher vermieden, daß die Giergeschwindigkeitsregelung unnötigerweise eingeleitet wird, wie es in Fig. 10 mit der Zwei-Punkt-Strich-Linie angedeutet ist.

Obwohl im Beispiel von Fig. 10 keine der beiden Giergeschwindigkeitsabweichungen $\Delta\gamma_2$ und $\Delta\gamma_3$ im Zeitraum $T_{ce} - T_{c1}$ größer ist als der jeweilige Schwellenwert $\Delta\gamma_{c2}$ bzw. $\Delta\gamma_{c3}$, sind die beiden Giergeschwindigkeitsabweichungen $\Delta\gamma_2$ und $\Delta\gamma_3$ oder wenigstens $\Delta\gamma_3$ natürlich auch während eines Abschnitts des Zeitraums $T_{ce} - T_{c1}$ nicht größer als der jeweilige Schwellenwert $\Delta\gamma_{c2}$ oder $\Delta\gamma_{c3}$. Wenn in diesem Fall die Zeitzugabe ΔT_o , wie vorstehend erwähnt, so bestimmt wird, daß in dem im Schritt 90 durchgeführten Vergleich der Zeitdauer T_1 , die schrittweise um die Einheitszeit ΔT anwächst, mit dem Schwellenwert T_{c1} , der nicht unbedingt ein Vielfaches von ΔT darstellt, nur eine Zeitzugabe für eine geringfügige Abweichung eingeräumt wird, resultiert jedes abschnittsweise Nichtvorliegen des Zustands $|\Delta\gamma_2| > |\Delta\gamma_{c2}|$ oder $|\Delta\gamma_3| > |\Delta\gamma_{c3}|$ während des Zeitraums $T_{ce} - T_{c1}$ in einer negativen Bestätigung der Notwendigkeit der auf der Beobachtung der Giergeschwindigkeitsabweichung $\Delta\gamma_1$ gemäß der Ausgabe des Giergeschwindigkeitsensors basierenden Giergeschwindigkeitsregelung. Wird der Wert von ΔT_o jedoch zweckmäßigerweise so modifiziert, daß er größer ist, wird ein abschnittsweises Nichtvorliegen des Zustands $|\Delta\gamma_2| > |\Delta\gamma_{c2}|$ oder $|\Delta\gamma_3| > |\Delta\gamma_{c3}|$ während des Zeitraums $T_{ce} - T_{c1}$ im Sinne einer positiven Bestätigung durch die zweifache oder dreifache Überprüfung in der Zeitzugabe einbezogen.

Obwohl bei der in den Fig. 2 und 3 gezeigten Ausgestaltung die auf dem Vergleich der Drehzahlen des linken und rechten Vorderrads basierende Bestätigung der Giergeschwindigkeitsabweichung über den diesbezüglichen Schwellenwert hinaus und die weitere, auf der Querbeschleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit basierende

Bestätigung in dieser Reihenfolge ausgeführt werden, kann natürlich auch eine dieser beiden Bestätigungen ausgelassen oder die Reihenfolge der Ausführung dieser beiden Bestätigungen umgekehrt werden.

Die im Schritt 50 verwendete Nullpunktabweichung γ_d des Giergeschwindigkeitssensors 36 wird gemäß der im Flußdiagramm von Fig. 4 gezeigten Routine ermittelt. Gemäß diesem Flußdiagramm wird im Schritt 310 überprüft, ob das Fahrzeug steht. Lautet die Antwort JA, geht die Routine zum Schritt 340, wohingegen, wenn die Antwort NEIN lautet, die Routine zum Schritt 320 geht, in dem überprüft wird, ob das Fahrzeug geradeaus fährt. Lautet die Antwort JA, geht die Routine zum Schritt 340, wohingegen, wenn die Antwort NEIN lautet, die Routine zum Schritt 330 geht, in dem ein hierin nachstehend beschriebener Zeitparameter T_b auf Null zurückgesetzt wird und die Routine anschließend endet.

Im Schritt 340 wird der Zeitparameter T_b um einen kleinen Betrag ΔT inkrementiert.

Im Schritt 350 werden die Ausgabewerte γ des Giergeschwindigkeitssensors 36 in der Weise integriert, daß der momentane Ausgabewert von γ zu dem im vorhergehenden Zyklus erhaltenen Wert von γ addiert wird.

Im Schritt 360 wird überprüft, ob der Zeitparameter T_b einen bestimmten Wert T_{bc} erreicht hat. Lautet die Antwort JA, geht die Routine zum Schritt 370, wohingegen, wenn die Antwort NEIN lautet, die Routine zum Schritt 310 geht. Wenn der Zustand, daß das Fahrzeug steht und/oder geradeaus fährt nach dem Beginn des Durchlaufs der Routine durch die Schritte 310 bis 360 nicht mehr vorliegt, bevor der Zeitparameter T_b den bestimmten Wert T_{bc} erreicht hat, endet diese Subroutine unmittelbar.

Im Schritt 370 wird der Wert der Nullpunktabweichung γ_d als der Mittelwert aus den Momentanwerten γ ermittelt, indem der Integralwert von γ durch eine Zahl N_b , die der Zahl der Wiederholungen der Routine durch die Schritte 310 bis 360 entspricht, geteilt wird.

Im Schritt 380 wird der neu erhaltene Wert von γ_d oder der im vorhergehenden Prozeß erhaltene Wert von γ_d durch den neu erhaltenen Wert von γ ersetzt; anschließend werden der Zeitparameter T_b und der integrierte Wert von γ auf Null zurückgesetzt.

Obwohl die Erfindung vorstehend an einer bevorzugten Ausgestaltung ausführlich beschrieben wurde, sei darauf hingewiesen, daß die Erfindung nicht auf die beschriebene Ausgestaltung beschränkt ist.

Die Erfindung betrifft somit eine Vorrichtung zur Regelung des Fahrverhaltens eines Fahrzeugs, die eine erste Giergeschwindigkeitsabweichung einer Giergeschwindigkeit, die über einen Giergeschwindigkeitssensor erfaßt wird, von einer Soll-Giergeschwindigkeit, die aus dem über einen Lenkwinkelsensor erfaßten Lenkwinkel und der über einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzt wird, sowie wenigstens eine zweite Giergeschwindigkeitsabweichung einer Giergeschwindigkeit, die aus den über Raddrehzahlsensoren erfaßten Raddrehzahlen eines Räderpaars bestehend aus einem linken Rad und einem rechten Rad abgeschätzt wird, von der Soll-Giergeschwindigkeit oder eine dritte Giergeschwindigkeitsabweichung einer Giergeschwindigkeit, die aus der über einen Querbeschleunigungssensor erfaßten Querbeschleunigung und der über einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit abgeschätzt wird, von der Soll-Giergeschwindigkeit erfaßt und eine Giergeschwindigkeitsregelung einleitet, wenn die erste Giergeschwindigkeitsabweichung größer ist als ein diesbezüglich bestimmter Schwellenwert und des weiteren wenigstens die zweite oder dritte Giergeschwindigkeitsabwei-

chung größer ist als ein diesbezüglich bestimmter Schwellenwert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Regelung des Fahrverhaltens eines Kraftfahrzeugs mit einem Lenksystem (16) und einem Bremssystem zum selektiven Abbremsen jedes Rades (10FL, 10FR, 10RL, 10RR), wobei die Vorrichtung aufweist:

eine Einrichtung (36) zur Erfassung der Giergeschwindigkeit (γ) des Fahrzeugs,
eine Einrichtung (32FL, 32FR, 32RL, 32RR) zur Erfassung der Raddrehzahlen (V_{fl} , V_{fr} , V_{rl} , V_{rr}),
eine Einrichtung (34) zur Erfassung des Lenkwinkels (θ) des Lenksystems (16) sowie
eine Einrichtung (38) zur Erfassung der Querbeschleunigung (G_y) des Fahrzeugs, **gekennzeichnet durch**
eine Berechnungs-/Steuereinrichtung (30) zur Berechnung einer ersten Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_1$) der Giergeschwindigkeit (γ), die über die Giergeschwindigkeitserfassungseinrichtung (36) erfaßt wird, von einer Soll-Giergeschwindigkeit (γ_t), die aus dem über die Lenkwinkelerfassungseinrichtung (34) erfaßten Lenkwinkel (θ) und der über die Raddrehzahlerfassungseinrichtung (32FL, 32FR, 32RL, 32RR) erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit (V) abgeschätzt wird, und wenigstens einer zweiten Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_2$) einer Giergeschwindigkeit (γ_w), die aus den Raddrehzahlen (V_{fl} , V_{fr}) eines Räderpaars bestehend aus einem linken Rad (10FL) und einem rechten Rad (10FR) abgeschätzt wird, von der Soll-Giergeschwindigkeit (γ_t) oder einer dritten Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_3$) einer Giergeschwindigkeit (γ_g), die aus der über die Querbeschleunigungserfassungseinrichtung (38) erfaßten Querbeschleunigung (G_y) und der über die Raddrehzahlerfassungseinrichtung (32FL, 32FR, 32RL, 32RR) erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit (V) abgeschätzt wird, von der Soll-Giergeschwindigkeit (γ_t), wobei die Berechnungs-/Steuereinrichtung (30) überprüft, ob die erste Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_1$) größer ist als ein diesbezüglich bestimmter Schwellenwert ($\Delta\gamma_{c1}$), um im Fall einer positiven Antwort dieser Überprüfung ein erstes positives Steuersignal zu erzeugen, und gleichzeitig überprüft, ob wenigstens die zweite oder dritte Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_2$, $\Delta\gamma_3$) größer ist als ein diesbezüglich bestimmter Schwellenwert ($\Delta\gamma_{c2}$, $\Delta\gamma_{c3}$), um im Fall einer positiven Antwort dieser Überprüfung ein zweites positives Steuersignal zu erzeugen, und das Bremssystem so steuert, daß wenigstens eines der Räder (10FL, 10FR, 10RL, 10RR) kontrolliert abgebremst wird, um die erste Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_1$) zu vermindern, wenn neben dem ersten positiven Steuersignal das zweite positive Steuersignal erzeugt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnungs-/Steuereinrichtung (30) nach der Feststellung, daß die erste Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_1$) über einen diesbezüglich bestimmten Schwellenzeitraum (T_{c1}) hinweg größer ist als der diesbezüglich bestimmte Schwellenwert ($\Delta\gamma_{c1}$), überprüft, ob wenigstens die zweite oder dritte Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_2$, $\Delta\gamma_3$) größer ist als der diesbezüglich bestimmte Schwellenwert ($\Delta\gamma_{c2}$, $\Delta\gamma_{c3}$).

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnungs-/Steuereinrichtung (30)

überprüft, ob wenigstens die zweite oder dritte Giergeschwindigkeitsabweichung ($\Delta\gamma_2, \Delta\gamma_3$) über einen diesbezüglich bestimmten Schwellenzeitraum ($T_{ce} - T_{c1} - \Delta T_o$) hinweg größer ist als der diesbezüglich bestimmte Schwellenwert ($\Delta\gamma_{c2}, \Delta\gamma_{c3}$), um das zweite positive Signal zu erzeugen. 5

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnungs-/Steuereinrichtung (30) überprüft, ob die zweite und dritte Giergeschwindigkeitsabweichungen ($\Delta\gamma_2, \Delta\gamma_3$) in dieser Reihenfolge nacheinander jeweils größer werden als der diesbezüglich bestimmte jeweilige Schwellenwert ($\Delta\gamma_{c2}, \Delta\gamma_{c3}$), um das zweite positive Signal zu erzeugen, wenn wenigstens eine der Antworten der Überprüfung positiv ist. 10 15

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnungs-/Steuereinrichtung (30) die Giergeschwindigkeitserfassungseinrichtung (36) in Bezug auf deren Nullpunktabweichung kalibriert, wenn das Fahrzeug still steht und/oder geradeaus fährt. 20

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

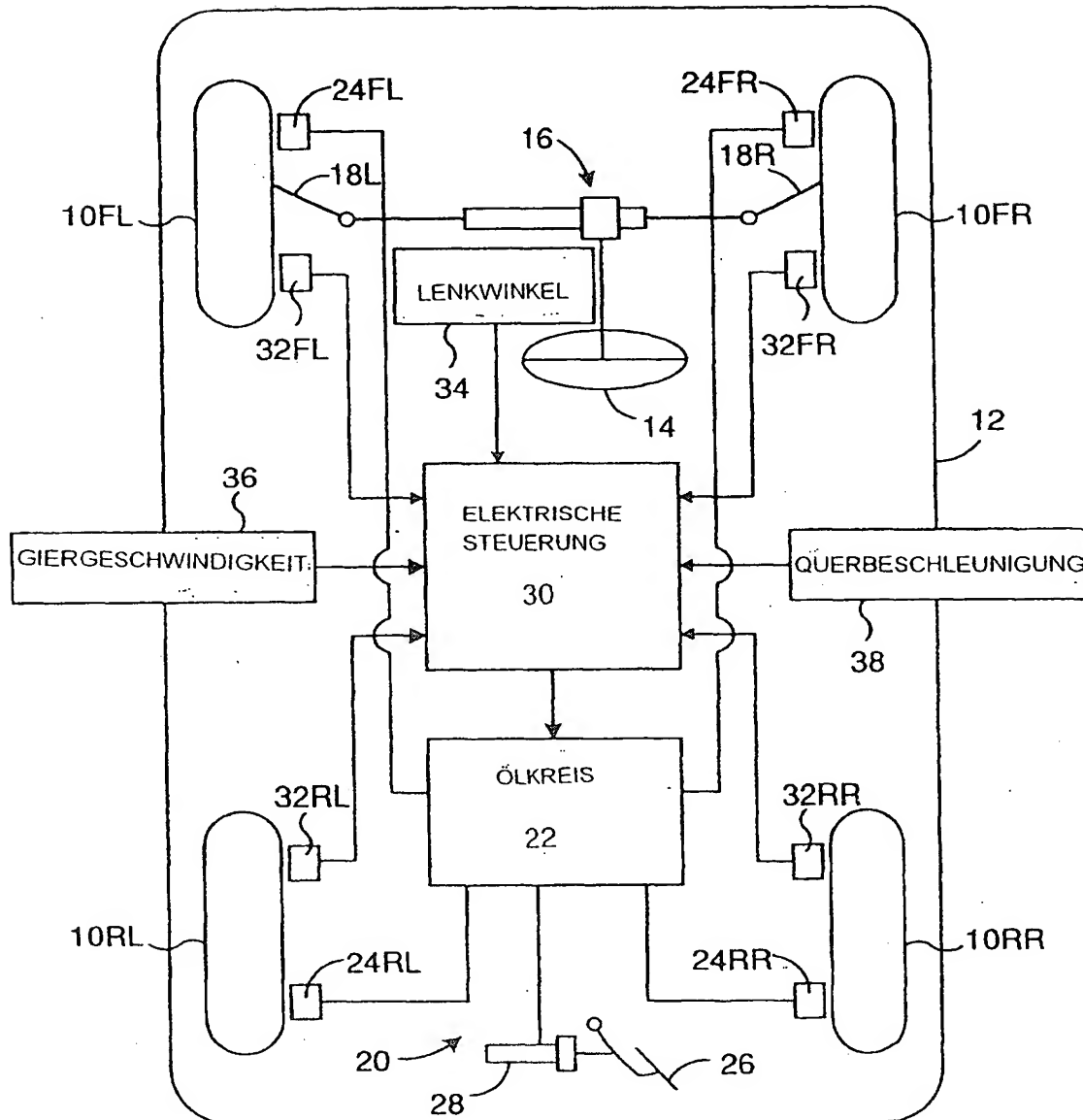


FIG. 2

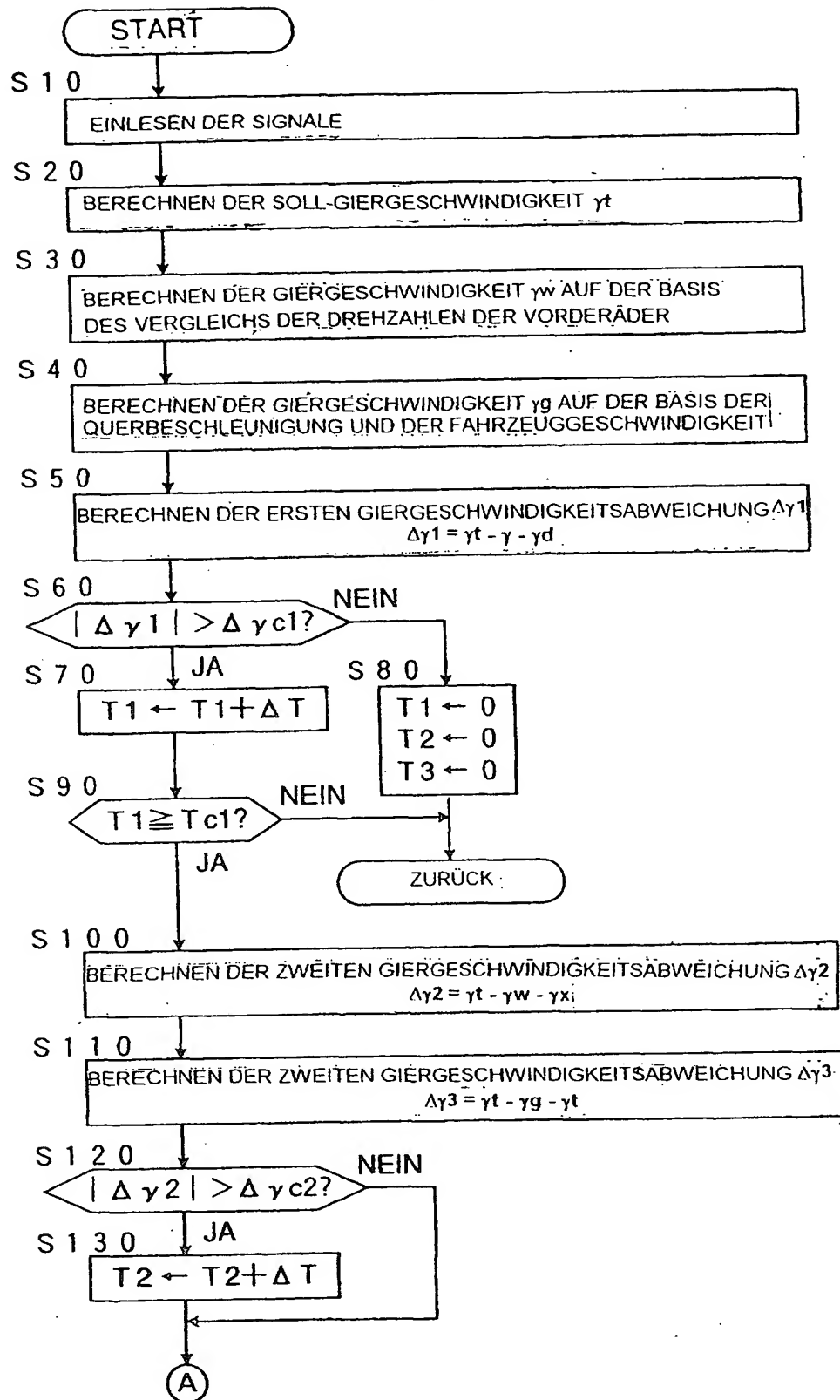


FIG. 3

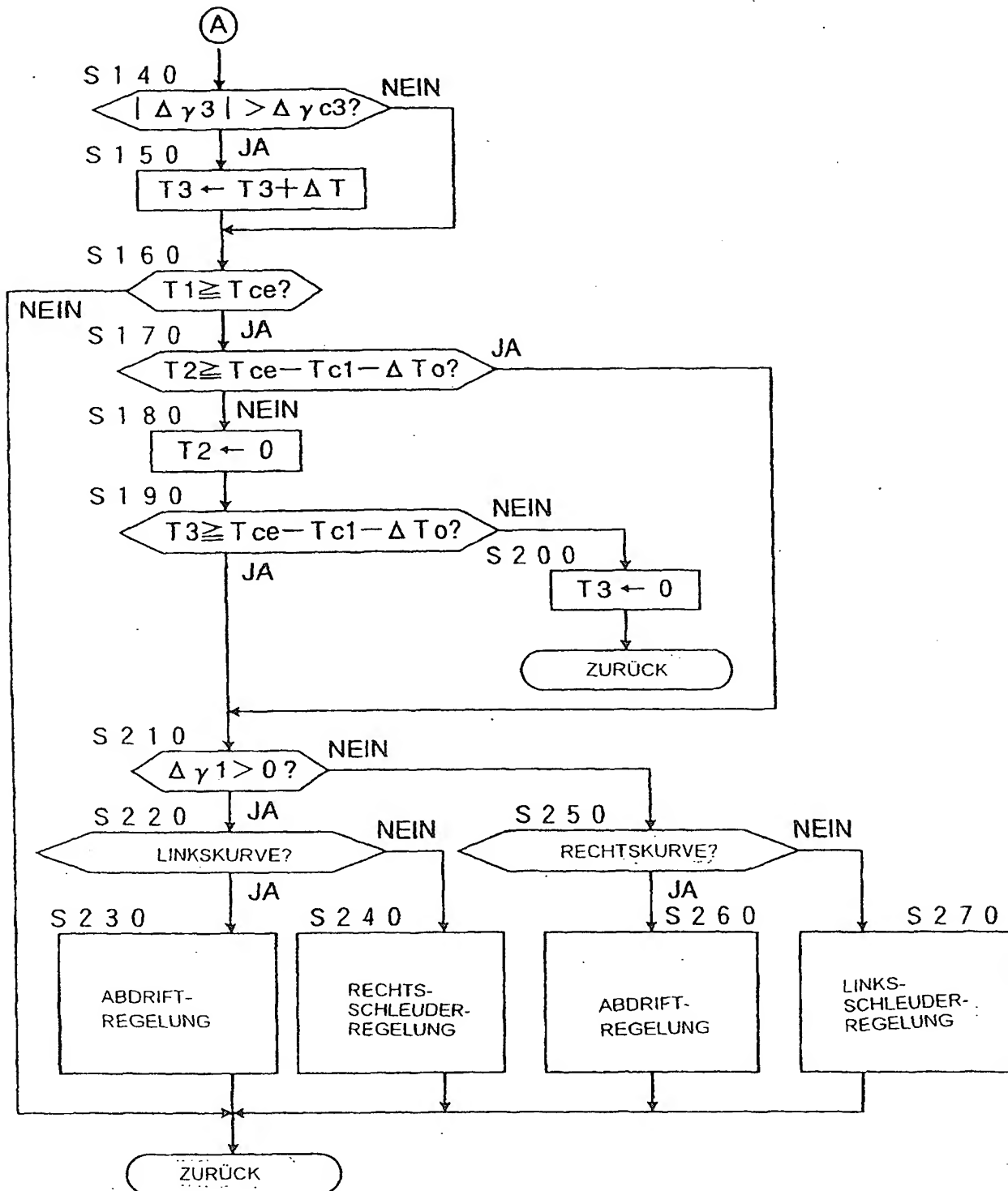


FIG. 4

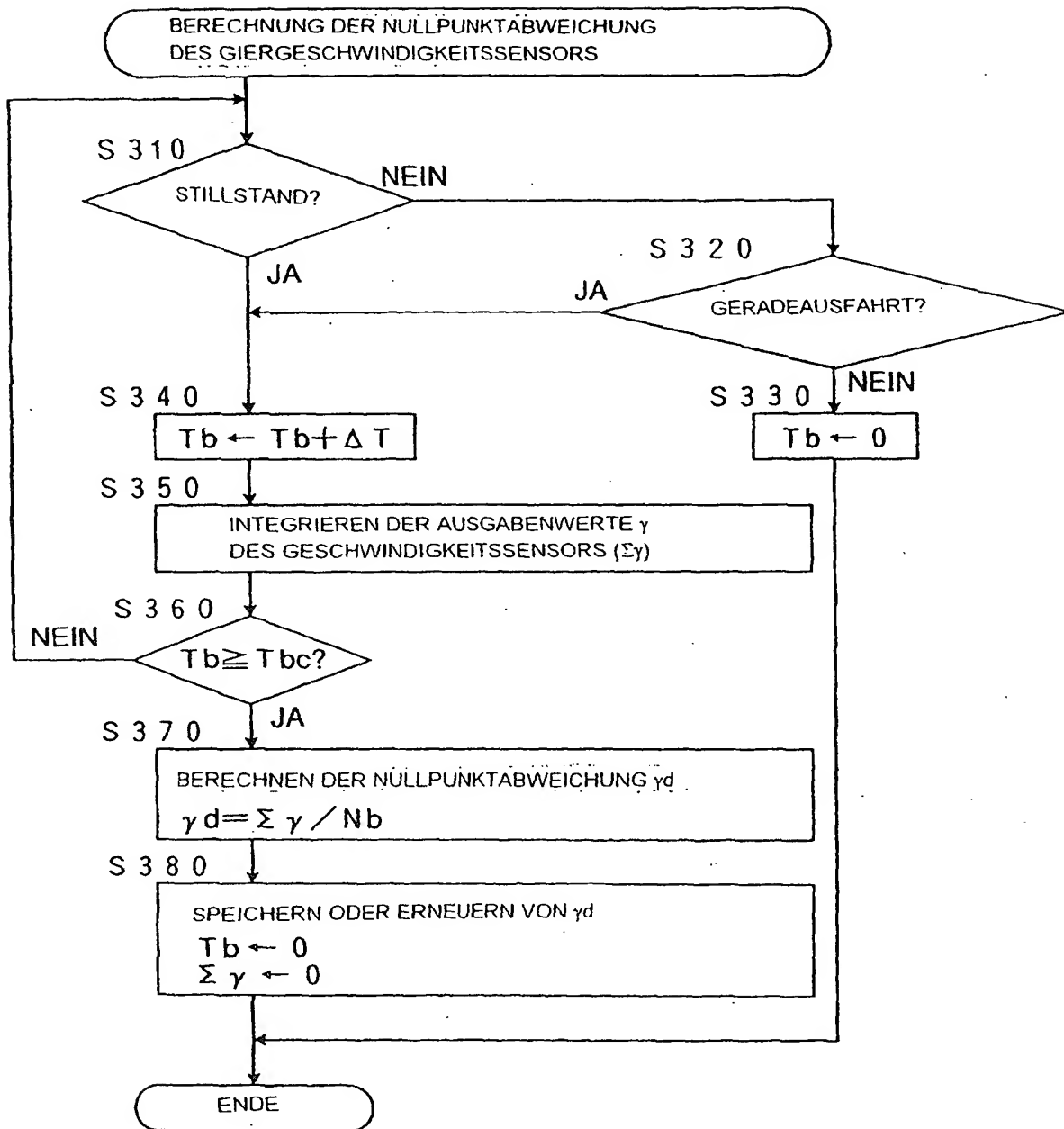


FIG. 5

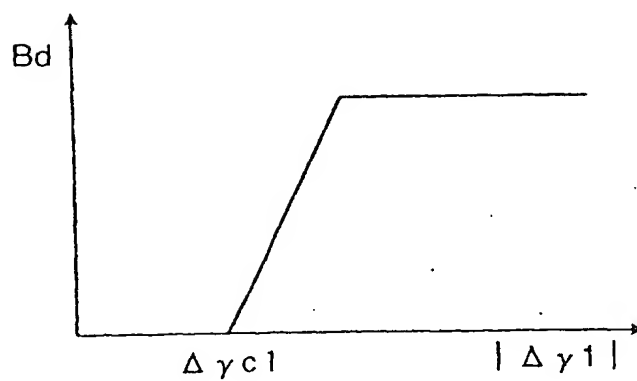


FIG. 6

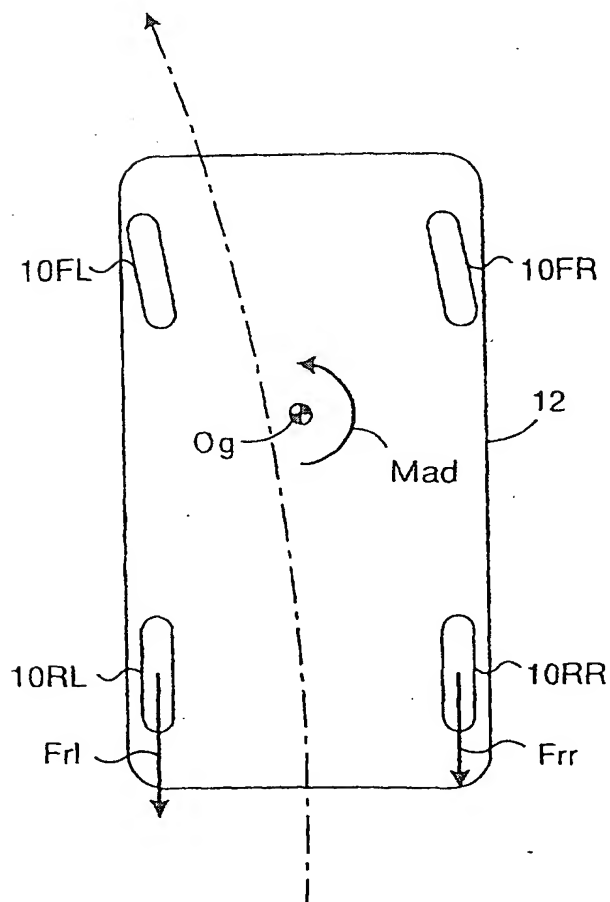


FIG. 7

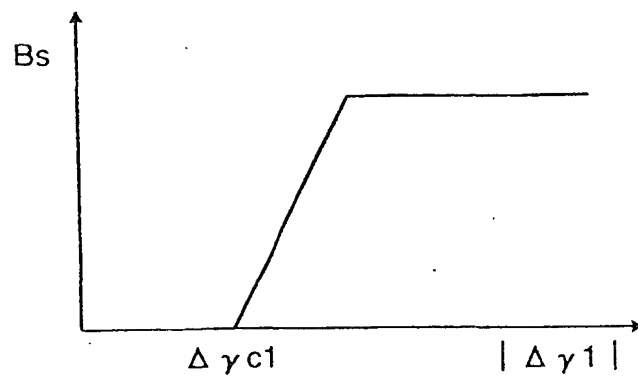


FIG. 8

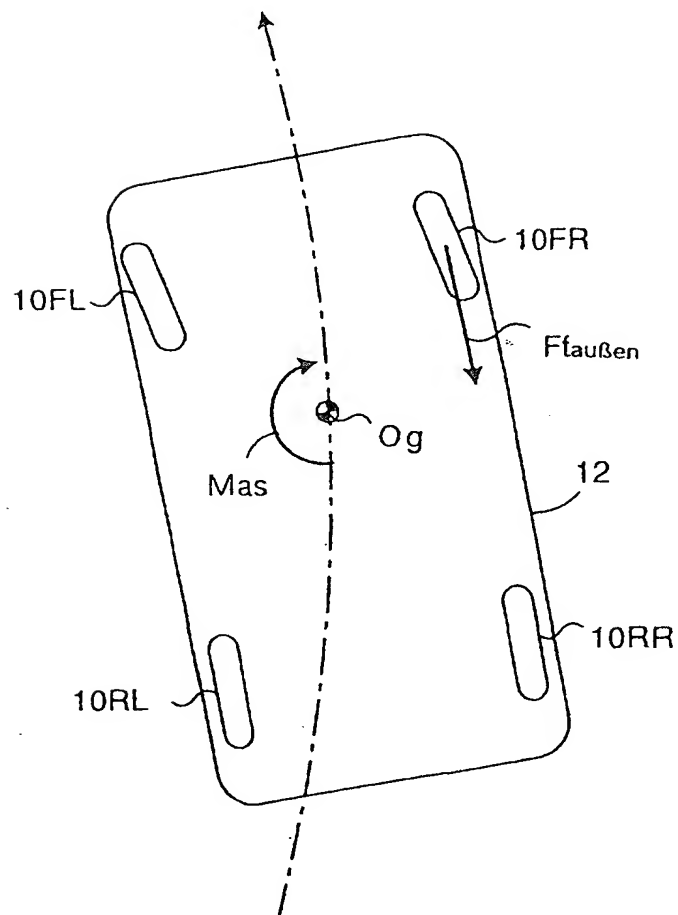


FIG. 9

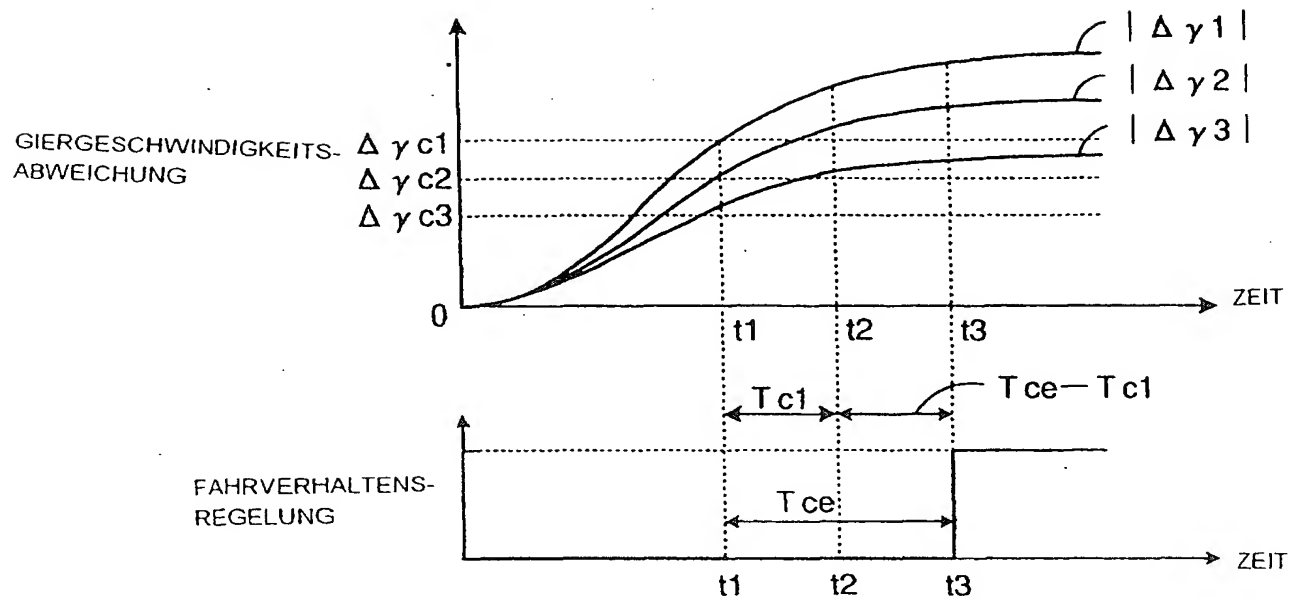


FIG. 10

